Über Helligkeitsmessungen bei kleinen Fixsternen.

Von dem c. M. **Karl Hornstein**,

Adjunct der k. k. Sternwarte.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 19. April 1860.)

(Mit 4 Tafeln.)

I.

Vorschlag zur Anstellung von Zonenbeobachtungen bezüglich der Helligkeit der kleineren Fixsterne.

Die Beobachtungen, welche zur Bestimmung der Fixsternorte angestellt werden, zerfallen im Allgemeinen in zwei Classen: entweder es werden, in der Regel mit Meridianinstrumenten, absolute Messungen der Rectascension und Declination vorgenommen, wobei keinerlei Beschränkung bezüglich der Wahl der zu bestimmenden Sterne durch die Methode der Beobachtung geboten wird, oder man trifft zum Behufe einer reicheren Ausbeute an Messungen, so wie zur Erzielung gewisser Erleichterungen für die nachherige Berechnung der Beobachtungen eine besondere Auswahl unter den Sternen, indem man diese nach einem bestimmten Gesetze in Gruppen vertheilt und an jedem einzelnen Beobachtungstage sich nur auf die Beobachtung von Sternen aus einer speciellen solchen Gruppe beschränkt. Gewöhnlich gruppirt man die Sterne nach ihrer Declination, indem man sich den ganzen Himmel in schmale, dem Äquator parallele Zonen von angemessener Breite, je nach dem grösseren oder geringeren Sternreichthum der betreffenden Himmelsgegend, eingetheilt denkt, und an jedem Tage nur Sterne aus einer einzigen Zone beobachtet. Solche Zonenbeobachtungen haben uns in der That den bei weitem grössten Theil unserer bisherigen Fixsternpositionen geliefert, und sie erfreuen sich, wenn sie mit zweckmässig eingerichteten Hilfsapparaten angestellt werden, einer sehr anerkennenswerthen Genauigkeit. Hauptsächlich sind es die kleineren Fixsterne von der 7. bis zur 10. oder 11. Grösse, deren genauere Kenntnisse wir fast einzig der Anstellung von Zonenbeobachtungen verdanken.

Es ist bekannt, dass wir in Bezug auf die Messung der Helligkeit der Fixsterne, selbst der helleren mit freien Augen sichtbaren, nur wenige werthvollere Beobachtungsreihen aufzuweisen haben, und dass selbst bei diesen der Grad der Genauigkeit ein nur mässiger ist. Die bisherige Einrichtung der Photometer hat selbst bei der grössten Sorgfalt, die auf die Anstellung der Beobachtungen verwendet worden war, die Erzielung einer grösseren Schärfe nicht gestattet. Dies ist keineswegs so zu verstehen, als ob wir kein sicheres Princip kennen würden, auf welches sich die Construction eines genauen und auch auf kleinere Sterne bequem und sicher anwendbaren Photometers gründen liesse. Im Gegentheile sind das theilweise Verdecken des Objectives zur Lichtschwächung der im Fernrohre sichtbaren Sterne, die Anwendung keilförmig geschliffener und über einander zu schiebenden Neutralgläser (Dämpfgläser), das von Steinheil angewendete Verschieben des Objectives aus seiner normalen Stellung gegen das Ocular im Sinne der optichen Axe des Fernrohres, vielleicht auch die Anwendung gewisser Polarisationsapparate, z. B. Nicol'scher Prismen, u. a. m. sehr brauchbare Mittel zur Helligkeitsmessung, und es darf die Ansicht ausgesprochen werden, dass nicht die Erfindung eines neuen Principes für die Construction eines Photometers, sondern vielmehr eine zweckmässige Benützung der vorhandenen Mittel das auf diesem Gebiete zunächst zu lösende Problem ist. Auch ist wohl zu bedenken, dass man mit Einem Photometer nicht Alles zu leisten im Stande sein wird, dass es daher nothwendig wird, eine Reihe von photometrischen Apparaten zu erfinden, deren jeder eine besondere Aufgabe zu lösen hat. Haben wir ja auch zur Winkelmessung am Himmel die verschiedenartigsten Instrumente: Meridiankreise, Theodoliten, Heliometer, Positionsmikrometer u. s. w. und nur das kräftige Zusammenwirken und die gleichzeitige Thätigkeit aller dieser Instrumente hat jene zahlreichen und verschiedenartigen Messungen liefern können, welche die heutige Astronomie der Nachwelt zur Ausbeutung zu hinterlassen in der Lage ist.

Bei dem Umstande, dass die Arbeiten, welche gegenwärtig in Beziehung auf die Helligkeiten der Fixsterne von einzelnen Beobachtern ausgeführt werden dürften und vielleicht zum Theile in Folge der von der kais. Akademie gestellten Preisaufgabe über diesen Gegenstand unternommen wurden, sich wohl grösstentheils auf die helleren

Sterne beschränken dürften, habe ich es für angemessen gehalten, mir einen Apparat zusammenzustellen, der sich an jedem Fernrohre leicht anbringen lässt und vornehmlich zur Vergleichung von kleineren Sternen, welche einer und derselben, oder wenigstens benachbarten Grössenclassen angehören, verwenden lässt. Er ist mit einem Ocularmikrometer in Verbindung gesetzt, welcher zugleich mit der Helligkeitsmessung eine so genaue Ortsbestimmung der Sterne gewinnen lässt, als es hier überhaupt nöthig ist; auch kann das Instrument bei Vergleichung der Asteroiden mit Fixsternen von nahe gleicher Helligkeit verwendet werden. Der Werth von derlei Messungen wird dann besonders hervortreten, wenn eine grössere Zahl der helleren Sterne gut bestimmt sein wird, an welche sich die schwächeren bequem anknüpfen lassen. Das Princip, welches ich dabei in Anwendung gebracht habe, ist das Decken des Objectives mittelst Schieber und das unmittelbare Vergleichen der Bilder der zu messenden Sterne mit dem Bilde eines Hilfssternes auf demselben Hintergrunde, wodurch eine Berücksichtigung der Helligkeit dieses letzteren ganz ausfällt.

II.

Beschreibung des Zonen-Photometers.

Das Fernrohr, auf welches das Zonen-Photometer aufgesetzt wurde, ist ein Fraunhofer'sches von etwas mehr als 4 Zoll Öffnung, welches im Sommer 1859 von Plössl mit einem schönen parallactischen Stative mit Stunden- und Declinationskreis versehen wurde und seit August 1859 im südlichen Thurme der Sternwarte aufgestellt ist. Am Objectivende wurde ein starker Metallring *BB* (Fig. 1) angebracht, der vom Oculare aus mittelst eines Schlüssels um die optische Axe des Fernrohres drehbar ist. Auf diesem Ringe sitzen die Säulchen *cc*, welche den Rahmen *DD* für die zur theilweisen Deckung des Objectives bestimmten Schieber tragen. Aus dem Rahmen *DD* erhebt sich eine cylindrische Röhre *FF*, an deren oberem Ende *X* ein kleiner Planspiegel *S*, senkrecht auf die Ebene der Figur drehbar, angebracht ist. Dieser Spiegel ist dazu bestimmt, das Bild eines Hilfssternes in's Fernrohr zu reflectiren, mit welchem die direct sichtbaren Sterne verglichen werden sollen, indem mit Hilfe der Schieber die Bilder der letzteren so geschwächt werden,

dass sie dem Bilde des Hilfssternes an Helligkeit gleichkommen. Um den nachtheiligen Einfluss, den die bei sehr vorgeschrittener Deckung des Objectives stärker hervortretende Beugung des Lichtes auf die Messungen ausübt, gänzlich auszuschliessen, hat man sich nur auf die Messung jener Sterne zu beschränken, für welche die freie Öffnung des Objectives nicht unter eine bestimmte Grösse herabsinkt, wodurch den Beobachtungen eben der Charakter von Zonenbeobachtungen aufgedrückt wird. Mit dem Spiegel S (bei meinem Apparate ein versilberter Glasspiegel aus der Werkstätte von Steinheil in München) ist unveränderlich verbunden und um dieselbe Axe bei X drehbar ein Sector eines gezähnten Rades A, das mittelst eines Zwischenrades oder Getriebes mit einem anderen Rade a in Verbindung steht, dessen Halbmesser genau dem halben Radius von A gleichkommt, während die Zähne desselben mit denen des ersten Rades und des Zwischenrades übereinstimmen. Mit dem Rade a ist ein kleines Hilfsfernrohr in fester Verbindung von nur wenigen Zollen Länge, welches in Folge des Verhältnisses der Halbmesser der Räder A und a bei einer beliebigen Drehung des Spiegels sich in derselben Richtung um den doppelten Winkel drehen wird. Denkt man sich ursprünglich das Hilfsfernrohr so gestellt, dass es bei irgend einer Neigung des Spiegels S gegen die optische Axe des Hauptfernrohres auf denjenigen Stern zeigt, dessen durch Reflexion am Spiegel im Hauptfernrohre erhaltenes Bild in die optische Axe des letzteren fällt, so wird auch in jeder anderen Lage des Spiegels derselbe Stern im Hilfsfernrohre direct, im Hauptfernrohre aber durch Reflexion gleichzeitig gesehen werden. Mit einem so angebrachten Hilfsfernröhrchen wird man also einen beliebigen Hilfsstern in's Gesichtsfeld des Hauptfernrohres bringen können. Sollten die zu bedeutenden Dimensionen des letzteren für Beobachtungen nahe am Zenith die Stellung des Hilfsfernrohres in der Nähe des Objectives unbequem machen, so ist wohl nichts leichter, als eine einfache Vorrichtung zu erdenken, welche erlaubt das kleine Fernrohr sammt seinem gezähnten Rade a etwas tiefer zu stellen, und die Bewegung des Zwischenrades nach abwärts zu übertragen. Sowie die Drehung des Ringes BB, so kann auch die des Spiegels S mit Hilfe eines Schlüssels vom Oculare aus geschehen; dasselbe gilt von der Ablesung an den Schiebern. Letztere sind hyperbolisch ausgeschnitten, wie es die zweite beigefügte Figur zeigt; die

Axen der beiden Hyperbeln sind zu einander und zu der Richtung, in welcher die Schieber bewegt werden können, parallel. Der grössere punktirte Kreis in der zweiten Figur bedeutet die Objectivöffnung, der kleine den Querschnitt der Röhre *FF*, auf welcher der Spiegel sitzt; *abcde* ist der erste, *a'b'c'd'e'* der zweite Schieber, *o* der freie, durch die Schieber nicht gedeckte Theil des Objectives. Ich habe mich hier nur auf die Erklärung des Wesentlichsten beschränkt; es versteht sich übrigens von selbst, dass der hinter dem Spiegel *S* angebrachte Apparat von so mässiger Breite sein muss, dass durch ihn die freie Objetivöffnung möglichst wenig verringert wird. Ebenso muss der Spiegel von solchen Dimensionen sein, und darf nur unter solchen Neigungswinkeln gegen die optische Axe des Hauptfernrohres benützt werden, dass die verlängert gedachte cylindrische Röhre *FF* immer ganz den Spiegel durchschneidet, u. s. w.

III.

Beschreibung des Mikrometers zur Ortsbestimmung der Sterne.

Eine der wesentlichsten Bedingungen für die Brauchbarkeit einer photometrischen Vorrichtung zur Messung kleinerer Sterne ist das Vorhandensein eines Mikrometers, mittelst dessen man eine genäherte Ortsbestimmung jedes Sternes, dessen Helligkeit eben gemessen wurde, ohne grossen Zeitverlust erhalten kann. Zu diesem Behufe habe ich mit dem Zonen-Photometer folgenden Ocular-Apparat in Verbindung gesetzt: Im Gesichtsfelde des Fernrohres ist eine Lamelle *ab* (Fig. 3) von mässiger Breite angebracht, welche während der Beobachtung senkrecht auf die Richtung der täglichen Bewegung des Himmels steht. Die Zeit des Antrittes eines Sternes an diese Lamelle dient zur Bestimmung der Rectascension. Zur Messung der Declination dient eine parallel zur Lamelle verschiebbare Messingplatte *ff*, welche beiderseits, bei *gg* und *h* ausgeschnitten ist. Bei *gg* ist eine Glasplatte eingesetzt, auf welcher zwei parallele, auf *ab* senkrechte Streifen *e* gezogen sind. Diese sind nur durch einen äusserst schmalen Zwischenraum von einander getrennt und so breit, dass sie auch bei ganz dunklem Himmel ohne Beleuchtung des Gesichtsfeldes gesehen werden. Zwischen diesen Streifen hat man durch Bewegung der Platte *ff* den Stern einzustellen. Um nun die Position der Platte ablesen zu können, ist bei *h* eine zweite Glasplatte eingesetzt, welche auf einer

Seite matt geschliffen, auf der anderen geschwärzt ist. In die Schwärze ist eine Theilung eingeschnitten, welche sich durch ein kleines Lämpchen von rückwärts erleuchten lässt, und sich als helle Scale auf dunklem Grunde darstellt. Ein Index oder Nonius auf der festen gleichfalls geschwärzten Glasplatte *i* dient zur Ablesung der Scala. Bei meinem Mikrometer sind die Intervalle der Scala so berechnet, dass ein Intervall genau einer Bogenminute entspricht. Der Nonius gibt unmittelbar $1/_6$ der Minute oder 10 Secunden. Durch Schätzung lässt sich fast noch die einzelne Secunde gewinnen, eine Genauigkeit, die weit grösser, als es hier überhaupt nöthig ist.

IV.

Methode der Beobachtung und Vortheile derselben.

Man stellt beim Beginne der Beobachtung das Fernrohr im Sinne der Declination auf die Mitte der zu beobachtenden Zone. In dieser Lage bleibt dasselbe unverändert stehen, so lange man in derselben Zone beobachtet. Mittelst des kleinen Hilfsfernrohres und Spiegels wird nun ein Hilfsstern in's Hauptfernrohr reflectirt, der je nach der Helligkeit der noch zu messenden Sterne auszuwählen ist, und dessen Bild mittelst der beiden Schlüssel, welche eine Drehung des Spiegels möglich machen, fort und fort nahe im Centrum des Gesichtsfeldes erhalten. Der benützte Hilfsstern wird im Beobachtungsbuche notirt, um die Wirkung der Absorption der Atmosphäre während der Dauer der Beobachtung in Rechnung ziehen zu können. Von dieser Wirkung wird man sich beinahe unabhängig machen, wenn man als Hilfssterne vornehmlich Sterne in der Nähe der Poles oder des Zenithes auswählt, woran nie Mangel sein wird. Sobald ein Stern, dessen Helligkeit innerhalb jener Grenzen liegt, die man sich zur Messung gesteckt hat, im Gesichtsfelde erscheint, wird man während er den vollkommen freien, von der Glasplatte nicht bedeckten Theil des Gesichtsfeldes durchzieht, die Schieber in die geeignete Stellung bringen, so dass das Bild des Sternes dem des Hilfssternes an Helligkeit gleichkommt. Hierauf wird die Zeit des Antrittes an die Lamelle notirt und die Einstellung für die Declination gemacht, und nun die Declinationsscala, sowie die beiden Schieberscalen abgelesen, und die geschätzte Grösse des Sternes notirt.

Ich werde bei einer späteren Gelegenheit die Beschreibung eines Photometers mittheilen, mittelst dessen sich Sterne von ganz beliebiger Helligkeit messen lassen, indem für die helleren Sterne das Princip des Deckens des Objectives beibehalten, für die schwächeren dagegen die Lichtabschwächung mittelst keilförmiger Neutralgläser adoptirt wird. Hat man durch Anwendung eines solchen Apparates auch nur wenige Sterne aus einer auf die eben beschriebene Weise beobachteten Zone photometrisch bestimmt, so ist hierdurch der Anschluss an alle Zonensterne ermöglicht, für welche jene gewissermassen als Fundamentalsterne dienen.

Die Vortheile, welche so angeordnete Zonenbeobachtungen bieten, sind vornehmlich: Geringe Abhängigkeit von der Absorption der Atmosphäre; die Helligkeit des Hintergrundes ist eliminirt; die Beobachtungsmethode ist auf beliebig kleine Sterne anwendbar, ja für kleinere vielleicht noch vortheilhafter als für grössere; Einfachheit des Apparates und die Möglichkeit, denselben an jedem Fernrohre leicht und bequem anzubringen; Helligkeitsmessung und Ortsbestimmung des Sternes geschieht zugleich.

V.

Vergleichung der Asteroiden mit Fixsternen; Helligkeitsephemeriden für die Asteroiden.

Schon bei Gelegenheit der Entdeckung der ersten vier Asteroiden am Anfange dieses Jahrhunderts haben Gauss und Olbers darauf hingewiesen, wie nützlich es wäre, diese kleinen Planeten mit benachbarten Fixsternen von nahezu gleicher Helligkeit, so oft als es thunlich, zu vergleichen. Auch Herr Prof. Argelander hat vor mehreren Jahren in einem sehr interessanten Aufsatze, der sich im XLII. Bande der astronomischen Nachrichten, Seite 177 u. f. vorfindet, diesen Gegenstand auf's Nachdrücklichste hervorgehoben und verschiedene Andeutungen gegeben, welche bei derartigen Beobachtungen von Nutzen sein können. Er sagt darin unter anderem: „Wenn wir die kleinen Planeten in möglichst verschiedenen Abständen von Sonne und Erde mit einer Reihe gut gewählter Fixsterne vergleichen, nun aus jenen die Lichtmengen nach photometrischen Gesetzen berechnen, die wir von den Planeten in den einzelnen Stellungen erhalten, so werden uns dadurch die Verhältnisse der einzelnen

Grössenclassen, wenigstens bis zur 6. hinauf (durch Vesta) bekannt werden, und es könnte dadurch eine Scala gebildet werden, nach der sich die Beobachter bei ihren Grössenschätzungen sicher richten könnten." — Man kann aber noch weiter gehen und so oft als möglich einen oder mehrere Asteroiden, etwa mit Hilfe des oben beschriebenen Zonen-Photometers, mit allen benachbarten Fixsternen von beiläufig derselben Helligkeit vergleichen, und so eine förmliche Aufnahme einzelner Zonen des Himmels bewerkstelligen. Diese Messungen, welche freilich nur sehr beschränkten Werth haben, so lange man eine einzelne Zone für sich betrachtet, können aber durch entsprechende Verknüpfung höchst werthvoll werden. Und zu einer solchen Verknüpfung bietet die Natur uns gewissermassen selbst die Hand, wie aus dem Folgenden ersichtlich wird.

Wenn man es unternimmt, zur Bestimmung der Helligkeit von kleinen Fixsternen die Asteroiden zu benützen, so ist es für einen bestimmten Beobachter nicht nöthig, eine allzugrosse Anzahl dieser Körper hierzu zu verwenden. Es wird vielmehr besser sein, einen oder einige wenige aus ihnen zu wählen, und sie fort und fort durch die verschiedensten Helligkeitsstufen hindurch zu verfolgen. Falls sich, wie es sehr wünschenswerth wäre, eine grössere Anzahl von Beobachtern zu solchen Messungen bereit finden würde, so wäre ohnedies hierdurch die Gelegenheit geboten, durch angemessene Vertheilung eine bedeutendere Zahl von Asteroiden zu diesem Zwecke mitwirken zu lassen. So könnte z. B. Vesta sehr bequem vom Beginne des September 1860 bis Mai 1861 ununterbrochen verfolgt werden, während welcher Zeit sie von der 8·9 bis zur 6·7 Grösse wächst, nach der Opposition (im Jänner 1861) bis zum Mai 1861 wieder bis ungefähr zur 9. Grösse herabsinkt. Entsprechend gewählte Hilfssterne (bei Anwendung der obigen photometrischen Vorrichtung), deren reflectirte Bilder es gestatten vornehmlich alle Sterne zwischen der 6. und 9. Grösse mit Vesta zu vergleichen, setzen offenbar, abgesehen von einer etwaigen Veränderlichkeit der Vesta, den Beobachter in Stand, eine vollständige Aufnahme des Himmels rücksichtlich der relativen Helligkeit der Sterne von den zuletzt genannten Grössen in der ganzen Gegend durchzuführen, durch welche der scheinbare geocentrische Lauf der Vesta hindurchgeht. Ja es wird dem Beobachter nicht die geringste Schwierigkeit machen, solche Hilfssterne auszuwählen, dass Vesta bald zu den hellsten, bald zu den schwächsten der mit ihr

verglichenen Sterne gehört; wodurch die Grenzen für die Messungen noch beträchtlich erweitert werden. Vielleicht könnte es hierdurch gelingen, im Verlaufe der nächsten Sichtbarkeit der Vesta, alle Sterne etwa von der 4. bis zur 9. oder 10. Grösse, welche in dem Raume von 7^h bis 9^h oder 10^h der Rectascension, und von 18° bis 26° nördlicher Declination vertheilt sind, wiederholt in Bezug auf ihre Helligkeit mit diesem Asteroiden zu vergleichen. Ähnliches gilt bezüglich jedes anderen Asteroiden. Die Messungen könnten so berechnet werden, dass als Endresultat die Verhältnisszahl der Helligkeit des Sternes zur mittleren Oppositionshelligkeit des betreffenden Asteroiden erscheint.

Um die Berechnung dieser Beobachtungen zu erleichtern, habe ich Herrn R. Sonndorfer, der sich hier sehr fleissig mit Astronomie beschäftigt, veranlasst, Ephemeriden für die Helligkeit der sämmtlichen Asteroiden während des Jahres 1860 mit Rücksicht auf ihre jeweilige Phase zu berechnen. Herr Sonndorfer hat diese Arbeit bereitwillig übernommen und mit grosser Sorgfalt ausgeführt; sie folgt am Schlusse dieses Aufsatzes. Nennt man H die Helligkeit eines Asteroiden für irgend welches Datum, mit Rücksicht auf die Phase, und h die mittlere Oppositionshelligkeit, so geben die Ephemeriden den Quotienten $\frac{H}{h}$ von 10 zu 10 Tagen. Ausserdem ist noch die Angabe der Grösse nach der von Herrn Prof. Stampfer gegebenen Formel [1], ebenfalls mit Berücksichtigung der Phase, beigegeben, da auch diese Grössenzahlen in vielen Fällen nützlich sein können. Bei diesen Grössenangaben liegen jene Werthe für die mittleren Oppositionshelligkeiten zu Grunde, welche Herr Prof. Bruhns aus den bisherigen Schätzungen erhalten hat, und die er so gefällig war, mir zu dieser Rechnung zur Disposition zu stellen.

Von besonderer Wichtigkeit wäre es, die Asteroiden dann unter einander zu vergleichen, wenn sie mit einer nicht zu sehr verschiedenen Helligkeit nahe an einander vorübergehen, gleichviel ob dies eine blos optische Zusammenkunft oder ein wirkliches nahes Zusammenkommen in einer der Bahnnähen ist. Auf diese Conjunctionen hat auch schon Argelander a. a. O. aufmerksam gemacht. Sie geben

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. 1851.

nicht nur das Verhältniss der mittleren Helligkeit der betreffenden Asteroiden, sondern können auch als Verbindungsglieder gebraucht werden, um die relativen Helligkeiten aller Sterne, die mit einem dieser Asteroiden verglichen sind, mit den Resultaten zusammenzuhalten, welche mittelst des zweiten dieser Himmelskörper gewonnen sind.

Um die Asteroiden-Conjunctionen schnell und leicht mit einem Blicke zu überschauen, habe ich es für das Zweckmässigste gehalten den Lauf der Asteroiden graphisch darzustellen, und zwar, um ein allzugrosses Zusammendrängen von Linien zu vermeiden, für jeden Monat ein besonderes Kärtchen zu entwerfen. Die Ausführung dieser Kärtchen, den Lauf der Asteroiden vom April bis December 1860 darstellend, verdanke ich Herrn Sonndorfer. Sie sind nebst einigen sie betreffenden Bemerkungen diesem Aufsatze beigefügt. Aus diesen Karten wird man insbesondere auch jene Asteroiden heraussuchen können, welche nahe gleiche Declination haben, ohne in Rectascension besonders nahe zu stehen; diese können bei der oben vorgeschlagenen Beobachtungsweise nach Zonen sehr bequem direct mit einander verglichen werden. Sollten sich diese Kärtchen, so wie die oben erwähnten Helligkeits-Ephemeriden des Beifalles der Astronomen erfreuen, so werde ich dieselben auch für die folgenden Jahre rechtzeitig mittheilen.

Bemerkungen zu den Karten für den Lauf der Asteroiden.

Die Karten dehnen sich über alle Stunden der Rectascension aus. In Declination erstrecken sie sich vom Äquator bis 30 Grade nördlicher und südlicher Declination. Der Weg, den jeder Asteroid während des betreffenden Monates zurücklegt, ist durch eine ganz ausgezogene Linie angedeutet, an deren Anfang, d. h. an jenes Ende, wo der Asteroid am ersten Tage dieses Monates steht, die Nummer des Planeten gesetzt ist. Zuweilen, wenn viele Linien nahe zusammenfallen, stehen diese Nummern in einiger Entfernung von den zugehörigen Bahnstücken; sie sind jedoch mit denselben durch punktirte Linien verbunden. Nur Atalante welche eine zu hohe Declination erreicht, fehlt in den drei letzten Kärtchen.